

Smartphones als Experimentierinterface im Schulleben – Der Unterricht der Zukunft?!



Eine Arbeit von Robert Schurmann, Niels Bracher und Leonardo Hübscher



Max – Steenbeck – Gymnasium

Gymnasium mit erweiterter Ausbildung in Mathematik,
Naturwissenschaften, Informatik und Technik

Kurzfassung

Smartphones werden von der Jugend nahezu ständig und mit großer Begeisterung verwendet, jedoch gelten sie in der Schule als ablenkend und werden deshalb dort häufig mit Problemen verbunden. An diesem Punkt setzen wir mit unserer Arbeit an, denn mobile Kommunikationsgeräte verfügen über eine enorme Funktionsvielfalt, so sind sie beispielsweise mit einer großen Bandbreite von Sensoren ausgestattet. Diese könnten sinnvoll für das experimentelle Arbeiten im Physikunterricht verwendet werden, welcher vor allem durch die geringen Experimentierkapazitäten sowie das verfügbare Zeitvolumen begrenzt ist.

Aus diesem Grund entwickelten wir im Laufe der Projektarbeit die kostenfreie Applikation „SensorMax“, welche sämtliche Sensoren des mobilen Kommunikationsgerätes ausliest. Dadurch wird das Experimentieren im Schulalltag optimiert und gleichzeitig die Motivation der Schüler durch den Einsatz moderner sowie vertrauter Technologien erhöht.

Aus unseren Analysen ging weiterhin hervor, dass ein Großteil der Schüler dem Einsatz von Smartphones als Messinterface im Physikunterricht positiv gegenübersteht und dass die Sensorik für reliable Untersuchungen innerhalb der Schulphysik verwendet werden kann.

Infolgedessen entwickelten wir eine Internetseite, auf der wir Experimentiervorschläge und Hilfestellungen bezüglich der Verwendung von Smartphones als Messinstrument präsentieren und gleichzeitig die Präsenz für eine weitere Verbreitung dieser Lehrmethodik festigen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Erfassung von Schülermeinungen.....	2
2.1	Zielstellungen.....	2
2.2	Umfrageergebnisse	3
2.3	Auswertung.....	5
3	SensorMax.....	6
3.1	Sensorik.....	6
3.2	Weitere Funktionen	7
3.3	Abgrenzung der App zu Konkurrenzprodukten	8
3.4	Erfolge der Emanzipation	8
4	Experimente mit dem Smartphone	9
4.1	Messungen mit dem Beschleunigungssensor	9
4.2	Messungen mit dem Magnetfeldsensor	11
4.3	Einschätzung der restlichen Sensoren	12
4.4	Online-Experimentieranleitung	13
5	Didaktischer Hintergrund	13
6	Zusammenfassung	14
7	Ausblick	14
8	Literaturverzeichnis	15

1 Einleitung

In der heutigen Zeit besitzt ein Großteil der Schüler Smartphones, da sie ein vollständig etabliertes digitales Medium darstellen, welche an jeden Ort mitgenommen werden. Demzufolge findet man auch eine Vielzahl an mobilen Kommunikationsgeräten innerhalb von Schulen. Dort werden sie allerdings vorwiegend mit Problemen verknüpft, sodass sie als störend sowie ablenkend gelten und somit direkten Einfluss auf die schulischen Leistungen vieler Schüler nehmen. An diesem Punkt setzen wir mit unserem Projekt an, denn durch eine sinnvolle Eingliederung von Smartphones in den Unterricht könnte das Interesse der Schüler auf schulische Themen gelenkt und gleichzeitig gesteigert werden. Des Weiteren ist bekannt, dass die modernen Smartphones mit einer breiten Vielfalt von Sensoren ausgestattet sind, um eine möglichst großes Funktionsspektrum in einem Endgerät zu vereinen. Mit Hilfe der Sensorik kann beispielsweise der Bildschirm ausgerichtet, die Bildschirmhelligkeit an die Umgebungshelligkeit angepasst oder die aktuelle Geschwindigkeit ermittelt werden. All diese Funktionen steigern selbstverständlich den Erfolg sowie die Intuitivität des allgegenwärtigen Gebrauchs eines Smartphones.

Die Grundlage für all die Entscheidungen, welche das Smartphone automatisiert ausführt, bilden die durch die Sensoren aufgenommenen physikalischen Messwerte. Infolgedessen liegt es nahe, die durch die Handysensorik erfassten physikalischen Zustände nicht nur für die geräteigenen Aufgaben zu verwenden. Durch den Einsatz einer entsprechenden Applikation auf dem Smartphone könnten die gemessenen Werte der Sensoren kontrolliert ausgelesen und so im Unterricht verwendet werden. Dieser Aspekt ist besonders entscheidend, denn ein bekannter Kritikpunkt am Physikunterricht ist häufig der fehlende Praxisbezug, welcher sich einerseits durch eingeschränkte Experimentierkapazitäten sowie andererseits durch ein begrenztes Zeitvolumen begründen lässt. Demzufolge können viele Themengebiete im Unterricht lediglich rein theoretisch abgehandelt werden, was wiederum zu einer gewissen Monotonie im Schulungsverlauf führt.

Infolgedessen ist die Zielsetzung dieses Projektes, das Experimentieren durch die Verwendung von Smartphones zugänglicher, flexibler und interessanter zu gestalten. Davon ausgehend ergeben sich verschiedene Vorteile für die Schüler, Lehrer sowie die gesamte Schule, aber vor allem wird die Didaktik auf ein angemessenes, schülergerechtes und modernes Niveau gebracht. Außerdem sind Smartphones fast selbstverständlich im Besitz jedes Schülers, d.h. jeder trägt jederzeit sein persönliches Experimentierinterface mit sich, sodass die Schule einen geringeren finanziellen Aufwand für teure Messsysteme tragen muss. Des Weiteren wird die Kreativität der Schüler gefragt, da sie Ideen bezüglich neuer und komfortabler Messanordnungen entwickeln müssen, die sich teilweise von den konventionellen Vorstellungen unterscheiden.

2 Erfassung von Schülermeinungen

Um unsere einleitenden Aussagen zu fundieren, haben wir an unserer Schule eine Umfrage bezüglich der Thematik Smartphones im Unterricht durchgeführt. Insgesamt haben 162 Schüler aus den Jahrgangsstufen 5 bis 11 an der Befragung teilgenommen, wobei durchschnittlich 23 Schüler pro Jahrgang die Fragen beantworteten. Die Befragung fand am letzten Schultag des Schuljahres 2013/2014 statt. An diesem Tag werden jährlich Schülerprojekte aus dem vorhergehenden Schuljahr präsentiert. Aus diesem Grund stellten wir unsere Idee, Smartphones in den Physikunterricht zu integrieren, der gesamten Schülerschaft vor, damit die Schüler ausgehend von einem entsprechenden Vorwissen über schulische Applikationen auf Smartphones sowie deren sinnvollen Einsatz die anschließend ausgeteilten Fragebögen beantworten konnten. Des Weiteren ist es wichtig zu erwähnen, dass die Schüler ein Gymnasium mit erweiterter Ausbildung in Mathematik, Informatik, den Naturwissenschaften und Technik (MINT) besuchen. Aus diesem Grund erwarten wir ein überdurchschnittliches Interesse am experimentellen Arbeiten im naturwissenschaftlichen Bereich, sodass die Ergebnisse im Zusammenhang mit dieser Maßgabe betrachtet werden müssen. Dennoch ist das Ziel unserer Schülerbefragung klar gesetzt, denn es sollen einerseits die Bedingungen und andererseits das Interesse der Schülerschaft bezüglich dem Einsatz von Smartphones im Unterricht als Experimentiermittel erfasst werden, um so auf die Notwendigkeit rückschließen zu können.

2.1 Zielstellungen

Die teilnehmenden Schüler mussten einen Fragebogen mit acht Fragen bearbeiten, wobei jede der Fragen einen bestimmten Sachverhalt umschreibt. Bei jeder Frage gab es stets die zwei Antwortmöglichkeiten „ja“ und „nein“. Weiterhin mussten am Anfang sowohl das Geschlecht als auch die Jahrgangsstufe des Befragten angegeben werden.

Frage 1: Besitzt du ein Smartphone?

Hiermit sollen die technischen Gegebenheiten der Schüler erfasst werden, denn desto mehr Schüler ein Smartphone besitzen, desto geringer sind letztendlich die Kosten für die Experimentiermittel der Schule. Außerdem ist der Besitz eines solchen Mediums selbstverständlich eine notwendige Voraussetzung für die Umsetzung unserer Idee.

Frage 2: Magst du deinen Physikunterricht?

Mit Hilfe dieser Frage soll erfasst werden, ob die Schüler ein tendenziell hohes Interesse aufweisen bzw. ob das Interesse noch gesteigert werden muss. Das Unterrichtsfach Physik ist Teil des MINT-Profiles und wird in der technisch geprägten deutschen Wirtschaft besonders nachgefragt. Demzufolge ist es wichtig, dass die Schüler sich für die Physik begeistern und den großen Bedarf an Ingenieuren und Technikern abdecken.

Frage 3: Machen dir Experimente Spaß?

Um das Interesse der Schüler zu steigern, ist es wichtig zu wissen, welcher Beschäftigung die Schülerschaft mit Spaß und Bestrebung nachgehen. Mit dieser Frage soll dabei die Experimentierfreude der Schüler analysiert werden.

Frage 4: Wünschst du dir mehr experimentelles Arbeiten im Schulunterricht?

Unsere Idee ist, dass Smartphones den experimentellen Anteil am Unterricht vergrößern. Allerdings macht diese Methode nur dann Sinn, wenn die Schülerschaft einer größeren Anzahl von experimenteller Arbeit positiv gegenübersteht, deshalb wird mit dieser Frage die Experimentierbereitschaft untersucht.

Frage 5: Würdest du dein Smartphone gerne offiziell im Physikunterricht nutzen dürfen?

Mit dieser Frage soll erfasst werden, ob sich die Schüler experimentelles Arbeiten mit dem Smartphone im Unterricht vorstellen können. Wenn sie dem Medium eher kritisch gegenüberstehen, wäre auch der schulische Einsatz nicht geeignet.

Frage 6: Bist du der Meinung, dass Experimente in der Schule durch den Einsatz von Smartphones ansprechender gestaltet werden könnten?

Hiermit wird untersucht, ob die Experimentierlust der Schüler durch die Verwendung von Smartphones gesteigert werden kann.

Frage 7: Kannst du dir vorstellen, dass solche Massenexperimente auch schulisch sinnvoll umgesetzt werden können?

Im weiteren Verlauf der Arbeit werden die Massenexperimente, d.h. die kollektive Messwertaufnahme zur Verifizierung bzw. Falsifizierung von Hypothesen, noch näher vorgestellt. Mit dieser wird die Meinung der Schüler bezüglich Massenexperimenten im Schulleben analysiert.

Frage 8: Kannst du dir die Verwendung des Smartphones auch in anderen Fachbereichen vorstellen?

Bisher wurde aufgrund der integrierten Sensorik insbesondere der Nutzen von Smartphones im Physikunterricht betont. Allerdings bietet dieses Medium eine große Vielfalt an technischen Diensten, sodass auch ein Einsatz in anderen Unterrichtsfächern denkbar ist. Mit Hilfe dieser Frage soll eben dieser Aspekt aus Schülersicht näher beleuchtet werden.

2.2 Umfrageergebnisse

Im Anschluss an die Umfrage werteten wir die vollständig ausgefüllten Fragebögen aus und trugen die Ergebnisse zusammen. Dabei haben wir in Abhängigkeit von der Jahrgangsstufe der entsprechenden Schüler die prozentuale Zustimmung bei jeder Frage dargestellt, d.h. wie viele Schüler aus einem Jahrgang stimmen im Verhältnis zur Gesamtanzahl der Schüler eines Jahrganges der Frage zu. Durch die Zusammenfassung der Erhebungswerte ergeben sich folgende Diagramme:

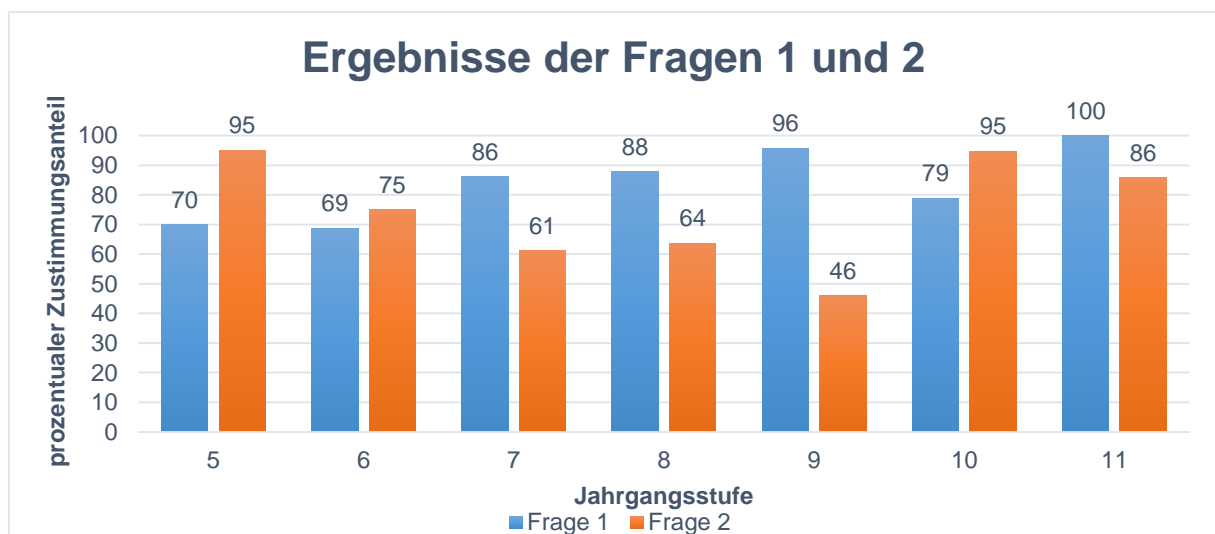


Diagramm 1 Ergebnisse der Fragen 1 und 2

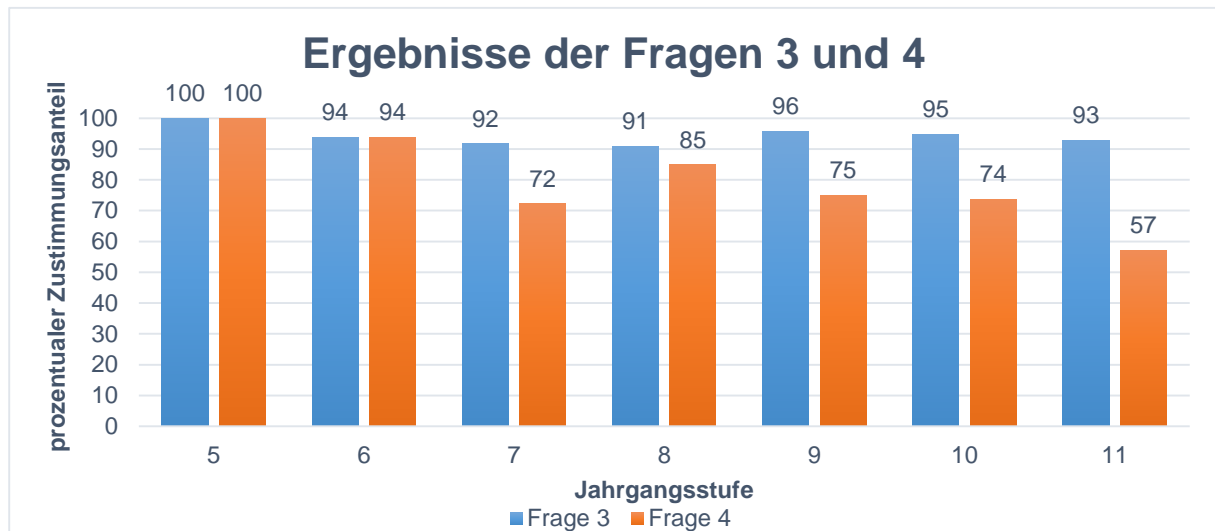


Diagramm 2 Ergebnisse der Fragen 3 und 4

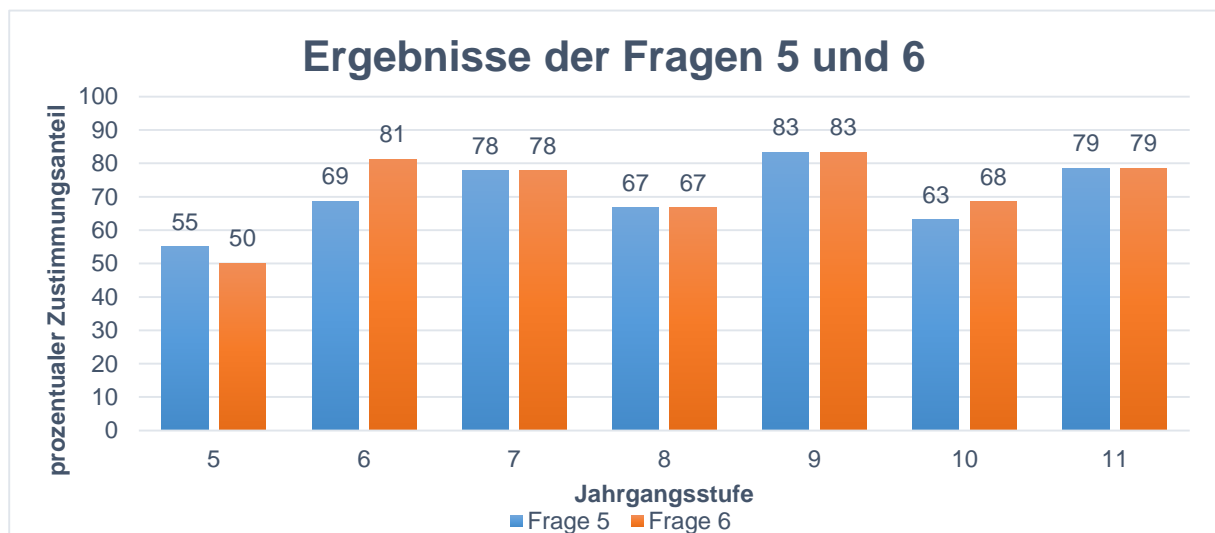


Diagramm 3 Ergebnisse der Fragen 5 und 6

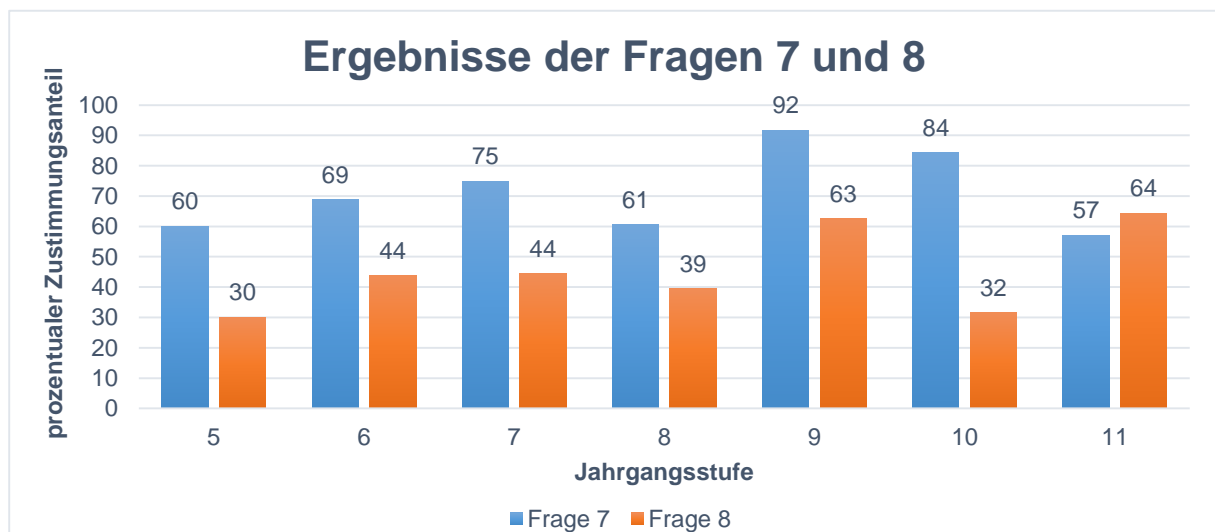


Diagramm 4 Ergebnisse der Fragen 7 und 8

2.3 Auswertung

Frage 1: Besitzt du ein Smartphone?

Betrachtet man das arithmetische Mittel, so besitzen ca. 84% der Schüler ein Smartphone, wobei in der Primarstufe (5. und 6. Klasse) der Anteil mit ca. 70% deutlich geringer ist. Dennoch ist über sämtliche Jahrgänge hinweg der Anteil an Schülern mit Smartphones sehr hoch, d.h. der Einsatz im Schulunterricht ist prinzipiell möglich. Der geringe Anteil an Schülern ohne Smartphone müsste auf konventionelle Messsysteme zurückgreifen.

Frage 2: Magst du deinen Physikunterricht?

Im Durchschnitt sind etwa 74% mit ihrem Physikunterricht zufrieden. Dieser relativ hohe Wert ist vermutlich durch das naturwissenschaftliche Profil beeinflusst, dennoch lässt sich aus dem Diagramm ableiten, dass in den Jahrgangsstufen 7-9 das Interesse am Physikunterricht abnimmt und auf 45%-60% sinkt. In den Jahrgangsstufen 5 und 6 sowie 10 und 11 ist das Interesse ausgesprochen hoch, d.h. an dieser Stelle ist wenig „Optimierungsbedarf“. Natürlich darf an dieser Stelle nicht das spezielle naturwissenschaftliche Interesse der Schüler vergessen werden.

Frage 3: Machen dir Experimente Spaß?

Im Durchschnitt haben 94% Spaß an Experimenten, d.h. die Experimentierlust der Schüler ist ausgesprochen hoch, sodass das praktische Arbeiten zum Erlernen neuer Sachverhalte eine besonders geeignete didaktische Methode ist. Demzufolge könnte der Einsatz von Smartphones das Interesse am Physikunterricht steigern, da diese das experimentelle Arbeiten vereinfachen.

Frage 4: Wünschst du dir mehr experimentelles Arbeiten im Schulunterricht?

Insgesamt wünschen sich 80% aller Schüler mehr experimentelles Arbeiten in der Schule. Dabei nimmt der Wunsch nach Experimenten mit den älteren Jahrgängen ab. Durch den Einsatz von Smartphones im Unterricht könnte man demzufolge die recht hohe Experimentierbereitschaft abschöpfen und so das Interesse am Physikunterricht steigern.

Frage 5: Würdest du dein Smartphone gerne offiziell im Physikunterricht nutzen dürfen?

Im Durchschnitt können sich 70% aller Schüler vorstellen, mit dem Smartphone experimentell im Unterricht zu arbeiten. Die statistische Verteilung der Zustimmung ist dabei homogen über die Jahrgangsstufen verteilt, sodass ein Großteil der Schülerschaft dem Projekt offen gegenübersteht.

Frage 6: Bist du der Meinung, dass Experimente in der Schule durch den Einsatz von Smartphones ansprechender gestaltet werden könnten?

Es sind 72% der Schülerschaft der Meinung, dass der Einsatz von Smartphones das experimentelle Arbeiten ansprechender gestaltet, d.h. mit dem Einsatz dieses modernen Mediums könnte die Experimentierfreude der Schüler noch weiter angehoben werden.

Frage 7: Kannst du dir vorstellen, dass solche Massenexperimente auch schulisch sinnvoll umgesetzt werden können?

Den Massenexperimenten steht mit 71% ein Großteil der Schüler positiv gegenüber, denn sie können sich einen sinnvollen Einsatz solcher kollektiven Experimente im Unterricht vorstellen.

Frage 8: Kannst du dir die Verwendung des Smartphones auch in anderen Fachbereichen vorstellen?

Es können sich lediglich 45% der Schüler einen sinnvollen Einsatz von Smartphones in anderen Fachbereichen vorstellen.

Zusammenfassung:

Die Umfrage bekräftigt sehr stark, dass der Einsatz von Smartphones im Unterricht eine sehr sinnvolle Methodik darstellt, denn ein Großteil der Schülerschaft ist mit Smartphones ausgestattet und steht dem Einsatz dieser im Unterricht positiv gegenüber. Die Schüler mögen insbesondere das experimentelle Arbeiten und wünschen sich ebenfalls einen vermehrten Einsatz von Experimenten im Unterricht. Infolgedessen ist der Bedarf an moderner Technik im Unterricht groß und so ergab sich für uns die Aufgabe eine entsprechende Lösung zu entwickeln, um die Didaktik zu modernisieren.

3 SensorMax

Mit SensorMax ist eine App entstanden, welche alle Sensoren des Smartphones ausliest und in geeigneter Form zur Verfügung stellt. Die Daten werden auf dem Endgerät sinnvoll visualisiert und können zur Weiterverwendung auf den PC exportiert werden. Des Weiteren ist aufgrund der raschen Entwicklung in der Smartphonebranche eine Erweiterung der Applikation um neue Funktionen möglich. Aufgrund des didaktischen Bezuges der App ist deren Design intuitiv und übersichtlich.

3.1 Sensorik

In diesem Teil wird auf die Eignung der verschiedenen Sensoren eingegangen. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass es eine Vielzahl an verschiedenen Sensoren gibt, welche Differenzen in der Qualität der erfassten Daten aufweisen. Wir beziehen uns daher auf das von Google produzierte Nexus 5 als Referenzmodell.

Dieses besitzt folgende Sensoren: (Google Inc., kein Datum)

- GPS
- Gyroskop
- Beschleunigungsmesser
- Magnetfeldsensor
- Barometer
- Näherungssensor
- Umgebungslichtsensor

Von den oben genannten Sensoren, ist der Näherungssensor nicht für Experimente im Physikunterricht brauchbar, da er nur binäre Werte aufzeichnen kann, d.h. er nimmt nur den Wert 0 cm oder ≥ 5 cm an. Die Nützlichkeit der anderen Sensoren hängt von der Art des durchgeführten Experimentes und dessen Messbereiches ab. Die Genauigkeit und Messbereiche der verbauten Sensoren lassen sich in der App über das Infosymbol des jeweiligen Sensors ermitteln. In der nachfolgenden Tabelle sind die momentan verfügbaren Sensoren und deren Beschreibungen aufgelistet.

Sensor	Typ	Beschreibung
Beleuchtung	Hardware	Misst die Umgebungslichtstärke in <i>lux</i> .
Beschleunigung	Hardware	Misst die Beschleunigung in $\frac{m}{s^2}$, welche auf jede der drei physikalischen Achsen (x, y, z) wirkt. (Einschließlich der Fallbeschleunigung)
Druck	Hardware	Misst den Umgebungsluftdruck in <i>hPa</i> .
Gravitation	Software o. Hardware ¹	Misst die Fallbeschleunigung in $\frac{m}{s^2}$, welche auf jede der drei physikalischen Achsen (x, y, z) wirkt.
GPS	Hardware	Gibt die aktuelle Position durch Angabe des Längen- und Breitengrades an. Wenn sich der Sensor in Bewegung befindet, wird die Geschwindigkeit in $\frac{m}{s}$ angegeben.
Gyroskop	Hardware	Misst die Rotationsgeschwindigkeit in $\frac{rad}{s}$ um jede der drei physikalischen Achsen (x, y, z).
Lineare Beschleunigung	Software o. Hardware	Misst die Beschleunigung in $\frac{m}{s^2}$, welche auf jede der drei physikalischen Achsen (x, y, z) wirkt. (ohne der Fallbeschleunigung)
Magnetfeld	Hardware	Misst die magnetische Flussdichte in μT , welche auf jede der drei physikalischen Achsen (x, y, z) wirkt.
Näherung	Hardware	Misst die Näherung eines Objektes in cm relativ zum Bildschirm des Gerätes. (meist nur binär)
Relative Feuchtigkeit	Hardware	Misst die relative Umgebungsfeuchtigkeit in %.
Temperatur	Hardware	Misst die Umgebungstemperatur im Raum in °C.

Tabelle 1 Übersicht der verfügbaren Sensoren

Angelehnt an (Android Developers)

3.2 Weitere Funktionen

Zusätzlich zu der Möglichkeit der Erfassung von Informationen der Sensorik, ist es zum Beispiel möglich, den Ton einer bestimmten Frequenz zu generieren. Diese Funktion könnte später zum Beispiel bei der Demonstration des Doppler-Effektes oder bei der akustischen Schwingung nützlich sein. Dabei kann auch ein Intervall angegeben werden, in dem sich der Ton ändern soll.

Ebenfalls wurde eine Audioanalyse programmiert. Diese nutzt das Mikrofon, um eine Fourier-Analyse durchzuführen. Die ermittelten Informationen werden für die Visualisierung eines Spektrums und zur ungefähren Ermittlung der Lautstärke und der dominantesten Frequenz genutzt. Es sollte jedoch für zukünftige Experimente beachtet werden, dass es bei der Nutzung einer offiziellen Android-Version dazu kommen kann, dass die Geräuscherdrückung aktiviert wird, insofern eine Frequenz über eine längere Zeit aufgenommen wird. In diesem Fall wird diese entsprechende Frequenz herausgeschnitten und leider nicht mehr von der App erfasst.

Auf Wunsch einer Mitschülerin wurde die Möglichkeit des Empfanges von Daten eines ThinkGear Mindwaves ² über Bluetooth eingebaut. Dadurch kann man die durch das Elektroenzephalografie-Headset gesendeten Informationen über Bluetooth empfangen, sammeln und exportieren.

¹ *Hardware*, falls das Handy einen entsprechenden Sensor besitzt; *Software* wenn dieser Wert mit Hilfe anderer Sensoren berechnet wird.

² <http://neurosky.com/products-markets/eeg-biosensors/hardware/>

3.3 Abgrenzung der App zu Konkurrenzprodukten

Sicherlich stellt sich für einige Leser nun die Frage: Wozu brauche ich nun genau diese App? Es gibt doch bereits ähnliche Programme im PlayStore?

Auch wir haben am Anfang eine andere App zum Erfassen der Daten genutzt. Mit *Sensor Kinetics* konnten wir erfolgreich unsere ersten Experimente durchführen, sind dabei jedoch sehr schnell auf kleine Probleme, wie zum Beispiel einem Fehler bei der csv - Export - Funktion gestoßen. Außerdem fehlten uns andere sinnvolle Funktionen, welche einem das Experimentieren erleichtern. Diese konnten wir zwar teils in anderen Applikationen finden, jedoch wollten wir es einfacher haben und eine All-in-One-Lösung entwickeln. Wir haben uns praxisnahe Funktionen ausgedacht und implementiert. Nun ist es möglich während der Messung bestimmte Messpunkte zu markieren, um diese später bei der Auswertung am Computer schneller finden zu können. Weiterhin ist es möglich die Sensoren zu kalibrieren, die Messwerte als Excel-Datei zu exportieren sowie diese zu triggern. Zusätzlich lassen sich die Messzeit und das Messintervall definieren. Des Weiteren ist es möglich, Messungen zu gruppieren. Dadurch kann das Starten und Stoppen mehrerer Messungen synchronisiert werden. Zur Aufnahme von Messungen mit größeren Datenmengen, beispielsweise die Echtzeitdatenübertragung der Messdaten von mehreren Smartphones, ist die App SensorMax geeignet. Um diese Funktion nutzen zu können, ist die Einrichtung eines Servers erforderlich, der ebenfalls in der App konfiguriert werden muss. Um das Einrichten für jeden Benutzer zugänglich zu machen, wird demnächst eine Schritt-für-Schritt-Anleitung veröffentlicht. Aber auch ohne diese Einrichtung ist es möglich die Messergebnisse beispielsweise über E-Mail, NFC, Skype oder ähnliches zu teilen. Nach Abschluss einer Messung, werden die Minima, Maxima und Durchschnitte der einzelnen Sensoren sowie die Messdauer in einer Übersicht angezeigt. Diese Zusammenfassung kann per Finger-Tip an den Server gesendet werden. Nachfolgend sind drei Screenshots der App abgebildet.

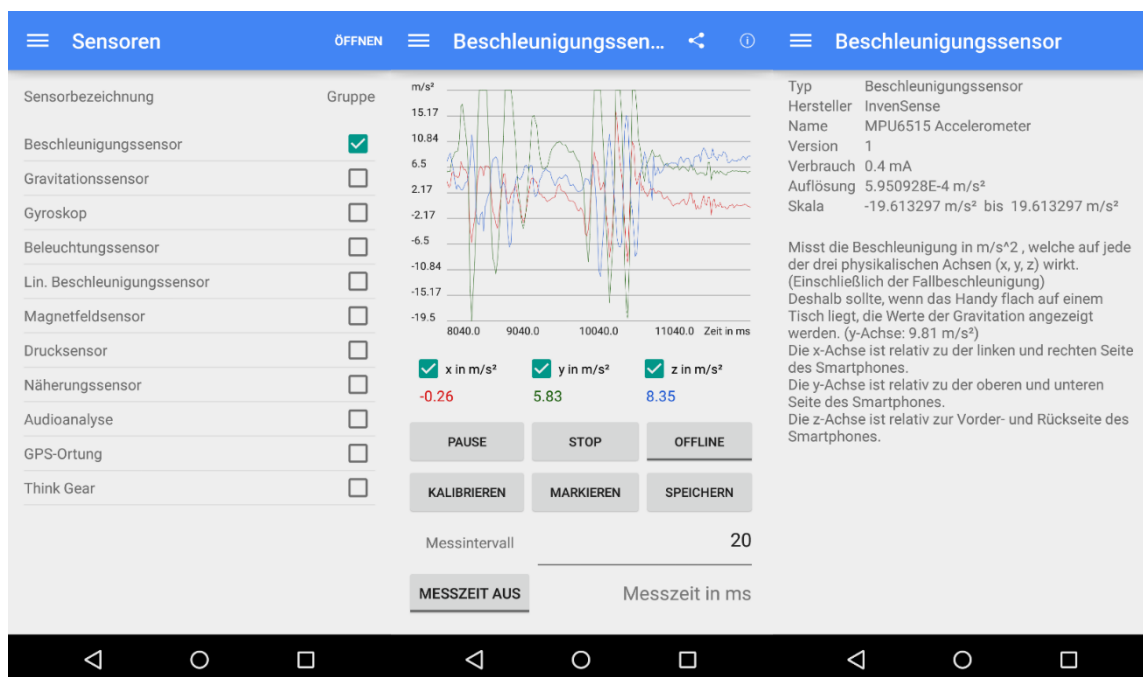


Abbildung 1 Screenshots der App

3.4 Erfolge der Emanzipation

Wir hatten bereits mehrmals die Möglichkeit unsere App vorzustellen. So wurde am letzten Tag des Schuljahres 13/14 erfolgreich ein *Massenexperiment* mit ca. 100 Schülern durchgeführt. Dabei wurde die Sitzplatzausleuchtung im großen Hörsaal der BTU untersucht. Dazu sollte jeder Schüler die App aus dem PlayStore installieren, eine fünf-sekündige Messung mit dem Beleuchtungssensor durchführen

und die Zusammenfassung an den Server senden. Für die Echtzeitauswertung wurde ein PHP-Script verwendet, welches die Daten mit Hilfe eines Beamers visualisiert. Der zeitliche Aufwand konnte dabei gering gehalten werden, sodass etwa 10 min gereicht haben, um das Experiment durchzuführen und die Ergebnisse kurz auszuwerten. Es ergab sich, dass die Sitzplätze den DIN-Normen entsprechend ausgeleuchtet sind. Dieses Experiment wurde ebenfalls zum 25-jährigen Jubiläum unseres Gymnasiums in einer kleineren Teilnehmerzahl, einem anderen Ort und mit ausgewählten Schülern zu Demonstrationszwecken wiederholt.

Des Weiteren wurde in der 25. brandenburgischen Landesolympiade Physik 2015 eine Aufgabe entworfen, in der mit Hilfe eines Umgebungslichtsensors der Polarisationsgrad nach Durchgang durch Polarisator und Analysator erfasst werden sollte. Zur Lösung dieser Aufgabe wurde neben der konventionellen Messmethode auch die Nutzung unserer App empfohlen.

Zum Nawiläus³ der letzten beiden Schuljahre 13/14 und 14/15 konnte die App im Physikbereich erfolgreich eingesetzt werden. Es wurden leicht vorzuführende Experimente gezeigt, wie zum Beispiel die Druckänderung unter einer Glasglocke, der Dopplereffekt oder auch das Beschleunigungsverhalten eines Federpendels.

Vor allem nach der Präsentation am letzten Schultag des Schuljahres 13/14 erhielten wir überwiegend positive Resonanzen, die nicht nur von begeisterten Schülern, sondern auch von überzeugten Lehrern geäußert wurden. Über das Kommentarsystem des PlayStores gaben einige Schüler weitere Anregungen zur Optimierung der App. So wünschte sich ein Schüler:

„[...] es wäre cool wenn ihr noch eine kleine Beschreibung zu die einzelnen sachen einfügen könntet. Also was das genau mist und wie man das Handy am besten hält“

Zitat aus (MSG-Apps)

Diese und weitere Ideen haben wir in der neuen Version berücksichtigt und Informationen zu den einzelnen Sensoren auf der jeweiligen Informationsseite zusammengefasst.

Darüber hinaus wird die App inzwischen im schulischen Alltag verwendet, z.B. für die Messung der magnetischen Flussdichte innerhalb von Helmholtz-Spulen, sowie bei der Durchführung akustischer und schwingungsmechanischer Experimente.

4 Experimente mit dem Smartphone

Im Rahmen des Anderen Leistungsnachweises haben wir uns im Physik Leistungskurs mit der Eignung der Handysensorik auseinandergesetzt. Dafür entwickelten wir Experimente, die einerseits mit dem Smartphone und andererseits mit dem professionellen Schulmesssystem LabQuest 2 durchgeführt wurden. Bei diesem Messsystem handelt es sich um ein digitales Messinterface, welches mit verschiedenen Einzelsensoren über eine serielle Schnittstelle verbunden werden kann. Die Experimente sollten die für den Unterricht relevantesten Sensoren des Smartphones abdecken, damit wir deren schulische Eignung abschätzen können.

4.1 Messungen mit dem Beschleunigungssensor

Das Ziel des ersten Experimentes bestand darin, den Verlauf einer gedämpften Schwingung mit Hilfe des Beschleunigungssensors zu analysieren. Dafür wurden die Messsysteme, also sowohl das Smartphone als auch das LabQuest 2, über eine Halterung an einem vertikalen Federschwinger befestigt und der Verlauf der Beschleunigung gemessen. Anschließend konnte über eine Kraftbeziehung die der Beschleunigung entsprechenden Elongation berechnet werden:

$$F_S = F_B$$

³ <http://www.steenbeck-gymnasium.de/nikolaus-am-msg.html>

$$D * s = m * a \rightarrow s = \frac{m * a}{D}$$

Mit diesen Größen konnten entsprechende physikalische Betrachtungen durchgeführt werden, allerdings spielen diese in dieser Arbeit keine entscheidende Rolle. Dahingegen sind die Messunterschiede zwischen dem Smartphone sowie dem LabQuest ein entscheidendes Maß für die Genauigkeit der mobilen Kommunikationsgeräte.

Innerhalb des anderen Leistungsnachweises ermittelten wir die Dämpfungskonstante über zwei verschiedene Verfahren. Diese waren einerseits eine lineare Regression der logarithmierten Elongation und andererseits das logarithmische Dekrement zwischen der ersten und letzten Schwingungsamplitude. Die Messunterschiede, welche sich zwischen den beiden Messsystemen ergaben, sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Feder	Messgerät	Auslenkung am Start [m]	Dämpfungs-konstante (lin. Regression)	Dämpfungs-konstante (log. Dekrement)	Abweichung Smartphone vom LabQuest für lin. Regr. [%]	Abweichung Smartphone vom LabQuest für log. Dekrem. [%]
weich	Smartphone	0,15	0,02	0,0217	33,33	29,77
	Lab Quest	0,15	0,03	0,0309		
	Smartphone	0,30	0,03	0,0345	40	33,01
	Lab Quest	0,30	0,05	0,0515		
	Smartphone	0,45	0,04	0,0419	20	26,23
	Lab Quest	0,45	0,05	0,0568		
hart	Smartphone	0,15	0,02	0,0246	33,3	24,77
	Lab Quest	0,15	0,03	0,0327		
	Smartphone	0,30	0,03	0,0408	25	1,21
	Lab Quest	0,30	0,04	0,0413		
	Smartphone	0,45	0,04	0,0473	0	4,63
	Lab Quest	0,45	0,04	0,0496		

Tabelle 2 Messunterschiede zwischen dem Smartphone und dem LabQuest bei der gedämpften Schwingung

Für die lineare Regression ergibt sich im Mittel ein Unterschied von 25,27% und für das logarithmische Dekrement eine durchschnittliche Abweichung von 19,94%. Infolgedessen sind die Abweichungen zwischen dem professionellen Messsystem LabQuest 2 sowie dem Smartphone gering, sodass die entsprechenden Erkenntnisse mit beiden Messgeräten gewonnen werden können.

Selbstverständlich ist auch die Messung mit dem LabQuest 2 fehlerbehaftet, deshalb entschieden wir uns dafür, durch ein weiteres Experiment die Genauigkeit des Beschleunigungssensors zu untersuchen.

In diesem zweiten Experiment bestimmten wir die Drehzahl von Rotoren in einem Windkanal. Diese ermittelten wir zum einen mit einem Messsystem von Cassy, welches die vom Generator erzeugte Wechselspannung misst und über eine USB-Schnittstelle grafisch am PC darstellt. Aus der Periodendauer sowie dem Aufbau des Generators konnten wir anschließend die Drehzahl bestimmen. Das Smartphone wurde direkt am Rotor befestigt um die Radialbeschleunigung zu messen. Da nach dem ersten newton'schem Axiom gilt, dass zu jeder Kraft eine gleichgroße Gegenkraft gehört, ergibt sich:

$$F_Z = F_B$$

$$\frac{m * v^2}{r} = m * a$$

Durch die Umformung dieser Beziehung erhält man die Bahngeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Radialbeschleunigung sowie dem Rotationsradius:

$$v = \sqrt{a * r}$$

Weiterhin handelt es sich um eine gleichförmige Drehbewegung, d.h. für die Bahngeschwindigkeit gilt:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi r}{T}$$

Mit $f = \frac{1}{T}$ erhält man durch Termumformungen:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\frac{2\pi r}{\sqrt{a * r}}} = \frac{\sqrt{a * r}}{2\pi r}$$

Folglich kann die Drehzahl lediglich in Abhängigkeit von der Radialbeschleunigung a sowie dem Rotationsdurchmesser r bestimmt werden.

In der folgenden Tabelle sind die experimentellen Ergebnisse vom Smartphone sowie von Cassy vergleichend gegenübergestellt.

Windstärke [m/s]	Drehzahl (Cassy) [1/s]	Drehzahl (Handy) [1/s]	Abweichung [%]
3	0,516	0,464	11,21
3	0,602	0,534	12,73
3	0,648	0,632	2,53
3,5	0,755	0,746	1,21
3,5	0,680	0,656	3,66
3,5	0,673	0,654	2,91
4	0,866	0,858	0,93
4	0,864	0,863	0,12
4	0,858	0,861	0,35
4,5	1,064	1,056	0,76
4,5	1,004	1,030	2,52
4,5	1,010	1,004	0,60
5	1,159	1,186	2,28
5	1,178	1,191	1,09
5	1,187	1,197	0,84

Tabelle 3 Messunterschiede zwischen dem Smartphone und dem LabQuest bei der Drehzahlmessung im Windkanal-Experiment

Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass der Handybeschleunigungssensor genaue Messwerte liefert, da die Werte im Mittel nur um ca. 2,91% von der Referenz abweichen. Dabei ist auffällig, dass die Abweichungen bei geringen Windgeschwindigkeiten am höchsten sind, d.h. die Sensorik ist gegenüber geringeren Beschleunigungen weniger sensitiv. Mit steigender Beschleunigung nimmt jedoch der Fehler (also die Abweichung zwischen den Messsystemen) ab, wodurch sich der interne Beschleunigungssensor des Smartphones auch für den Einsatz in der Schulphysik eignet und problemlos im Unterricht eingebunden werden kann.

4.2 Messungen mit dem Magnetfeldsensor

Mit diesem Experiment soll das Magnetisierungsverhalten eines Eisenstabes mit Hilfe der Hystereseschleife und dem Magnetfeldsensor des Smartphones bzw. des LabQuest 2 untersucht werden.

Reduziert man den Strom in einer eisengefüllten Spule, so sinkt auch die magnetische Flussdichte des Eisenkerns, jedoch bleibt nach dem Abschalten des Stromes noch ein gewisser Restmagnetismus zurück (griechisch: Hysterese = Zurückbleiben). Diesen Restmagnetismus bezeichnet man auch als Remanenz. Um diese Remanenzflussdichte zu überwinden, d.h. den Eisenkern vollständig zu entmagnetisieren, muss ein Strom durch die Spule entgegengesetzt zur ursprünglichen Stromrichtung fließen. Die Feldstärke, die den zurückbleibenden Magnetismus auf null reduziert, bezeichnet man auch als Koerzitivfeldstärke. Wird nun der entgegen der ursprünglichen Richtung fließende Strom erhöht, so gelangt der Eisenkern erneut in die Sättigung und mit dem Abschalten des Stromes bleibt auch in

diesem Fall ein Restmagnetismus erhalten. Die beim Ummagnetisieren eines Eisenkerns durchlaufende Kurve der magnetischen Flussdichte wird Hystereseschleife genannt. Diese Hystereseschleifen wurden mit unseren Messsystemen erfasst, wobei die magnetische Flussdichte in mT in Abhängigkeit von der magnetischen Feldstärke A/m gemessen wurde.

Aus den Messreihen, welche zugunsten der Übersicht nicht in der Arbeit präsentiert sind, wird ersichtlich, dass die Messwerte vom professionellen Messgerät (Lab Quest 2) im Mittel um ca. 33,6% von denen des Smartphones abweichen. Anhand der Hysteresekurven wird ersichtlich, dass das Lab Quest 2 sowie das Smartphone unterschiedliche Messwerte liefern. Weiterhin sind die Abweichungen zwischen beiden Messsystemen relativ gleichmäßig, sodass man vermuten kann, dass die Abstände der Sensoren vom Handy bzw. vom professionellen Messgerät zum Eisenstab nicht identisch waren und somit für die Messunterschiede verantwortlich sein könnten. Dies lässt sich damit begründen, dass die Position des Magnetfeldsensors im Smartphone nicht bekannt ist, sodass unterschiedliche Entfernungen zum magnetisierten Kern folgten.

Dennoch lassen sich aus den Messwerten des Smartphones verwertbare Schlussfolgerungen ziehen und eine typische Hysteresekurve mit den entsprechenden Kenngrößen nachbilden. Infolgedessen kann auch der Magnetfeldsensor mobiler Kommunikationsgeräte problemlos in den Schulalltag integriert werden. Im folgenden Diagramm sind die experimentell ermittelten Kurven grafisch dargestellt.

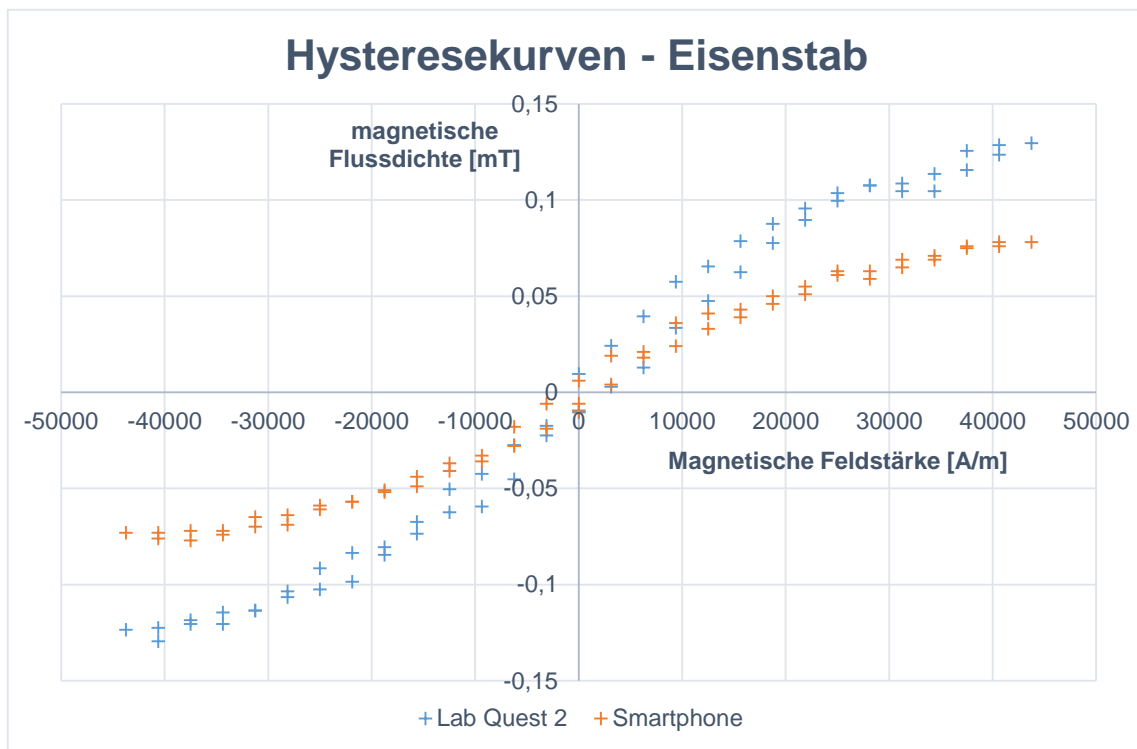


Diagramm 5 Hysteresekurven im Vergleich

4.3 Einschätzung der restlichen Sensoren

Das Mikrofon und der Drucksensor wurden ebenfalls in der Schule getestet, allerdings liegen dort keine vollständigen Messreihen vor, da kein reliables Referenzsystem zur Verfügung stand. Infolgedessen können wir bei diesen Sensoren keine Messgenauigkeiten mathematisch umschreiben, jedoch wurden in Zusammenarbeit mit unseren Physiklehrern kleine Experimente entwickelt und durchgeführt. Die Sensoren funktionierten problemlos und erfassten die theoretisch erwarteten Zusammenhänge zuverlässig, sodass man einen schulisch sinnvollen Einsatz erwarten kann. Eine Analyse des Temperatursensors war nicht möglich, da keines der uns zur Verfügung gestellten Smartphones mit der entsprechenden Hardware ausgestattet war. Der Lichtsensor wurde während der durchgeführten Massenexperimente genutzt und konnte zuverlässige Messergebnisse hervorbringen, sodass auch dieser Sensor für den schulischen Einsatz geeignet ist.

4.4 Online-Experimentieranleitung

Um die Verbreitung von Smartphones im Physikunterricht voranzutreiben und gleichzeitig zu erleichtern, haben wir eine Internetseite ⁴ veröffentlicht. Auf dieser Website werden geordnet nach den Themengebieten sowie den Jahrgangsstufen unterschiedliche Experimente präsentiert. Diese enthält Informationen zur Durchführung, einen möglichen Messaufbau und wichtige Hilfestellungen. Diese Internetseite soll einerseits eine unterstützende Funktion für die Lehrer haben, da die Entwicklung von Versuchen mit mobilen Kommunikationsgeräten unter Umständen kompliziert bzw. zeitaufwändig ist. Dies lässt sich damit erklären, dass die Smartphonesensorik nicht primär für den schulischen Einsatz entwickelt worden ist. Andererseits soll die Internetseite den Schülern als Vorbereitungsmöglichkeit dienen und darüber hinaus zum experimentellen Arbeiten sowohl innerhalb als auch außerhalb der Schule motivieren.

5 Didaktischer Hintergrund

Das Arbeiten mit dem Handy hat nicht nur einen positiven Einfluss auf das experimentelle Arbeiten, sondern fördert und unterstützt gleichzeitig auch andere Kompetenzen im schulischen Alltag. Zum einen arbeiten die Schüler mit einem für sie vertrauten Medium und zum anderen stehen Smartphones für Modernität, d.h. sie werden von der Jugend akzeptiert und mit Begeisterung verwendet.

In einer wissenschaftlichen Studie der Fachhochschule St. Pölten heißt es: „Handys verbessern im Unterricht die Lernleistung von Schülern und wirken sich sogar positiv auf das Klassenklima aus.“ (Hemmerich, 2010) Im Rahmen dieser Studie wurde unter anderem festgestellt, dass die Lernleistung der Schüler gesteigert werden konnte, da sie sich aktiver mit dem Stoff auseinandersetzten. Der Grund hierfür liegt in einer gesteigerten Motivation, allein durch die Verwendung von Smartphones. In unseren Experimenten hat sich weiterhin gezeigt, dass die Verwendung von Smartphones das kreative Denken fördert, da man sich häufig von konventionellen Messanordnungen abwenden und neue Wege entwickeln muss, um die gewünschten Ergebnisse zu erzielen. Natürlich erfordert der Einsatz von Smartphones im Unterricht Regeln, denn andernfalls könnten die Schüler dazu neigen, das Medium für persönliche Anliegen zu verwenden. Infolgedessen ist der richtige Einsatz die notwendige Bedingung für die Verbesserung schulischer Leistungen.

Abschließend ist es noch wichtig zu erwähnen, dass Smartphones neben dem Physikbereich auch in sämtlichen anderen Fachbereichen verwendet werden können. Dies lässt sich insbesondere damit begründen, dass solche mobilen Kommunikationsgeräte eine hohe Funktionsintegration aufweisen. So haben Smartphones beispielsweise W-LAN-Antennen, d.h. sie können problemlos mit dem Internet verbunden und zu Recherchezwecken oder für Onlineübungen verwendet werden. Des Weiteren ist eine breite Vielfalt an Applikationen kostenfrei zugänglich, so können beispielsweise multifunktionale Taschenrechner, Periodensysteme, Wörterbücher etc. als Hilfsmittel herangezogen werden. Aber auch die Kamera als Dokumentationsmittel oder Präsentationssoftware können in den Unterricht integriert werden, denn gemeinschaftlich erarbeitete Ergebnisse können gespeichert und über Cloud-Dienste an die Mitschüler weitergegeben und letztendlich vorgestellt werden. (ohgpads, 2013)

Insgesamt betrachtet bringen Smartphones unserer Meinung nach ein großes Potenzial bezüglich der Lehrmethodik mit sich, weil sie eine enorme Funktionsvielfalt vorweisen und insbesondere von der heutigen Jugend als modernes Lehrmittel akzeptiert werden, was wiederum das effektive und spielerische Lernen ermöglicht sowie optimiert.

⁴ <http://www.sensormax.blogspot.de/>

6 Zusammenfassung

Schlussendlich ist die Integration von Smartphones in den Physikunterricht eine leistungsfördernde und zugleich kostensparende Maßnahme. Dies lässt sich zum einen davon ableiten, dass ein Großteil der Schüler dem Einsatz von mobilen Kommunikationsgeräten positiv gegenübersteht, d.h. sie wünschen sich deren Verwendung und können sich dadurch ebenfalls eine Aufwertung des Schulalltags vorstellen. Zum anderen steht die kostenlose App „SensorMax“ zur Verfügung, welche über einen großen Funktionsumfang verfügt und ideal an die schulischen Anforderungen angepasst ist. Außerdem sind die Sensoren des Smartphones leistungsstark genug, um mit reliablen Messungen die Schulphysik nachzuvollziehen. Dabei werden Schüler und Lehrer durch eine Internetseite unterstützt. Diese stellt sortiert nach Themengebieten und Jahrgangsstufen verschiedene Experimentiervorschläge zur Verfügung, welche mit der Applikation umgesetzt werden können.

7 Ausblick

Momentan arbeiten wir an einer Serverlösung, welche die Echtzeit-Datenerfassung vereinfachen soll. Ziel ist es, dass sich jeder mit einer Benutzername-Passwort-Kombination an einem Internetserver anmelden kann. An diesen können dann die erfassten Messwerte gesendet, von überall heruntergeladen und im Browser visualisiert werden. Außerdem soll es für jeden möglich sein, ausgewählte Messreihen mit anderen Personen innerhalb des Servers zu teilen. Die Lehrer können dadurch die Messreihen ihrer Schüler einsehen. Um dem Datenschutz gerecht zu werden, anonymisieren wir die empfangen Daten in einer geeigneten Weise.

Zudem wird die Internetseite weiter bearbeitet, was sowohl die Entwicklung weiterer Experimente als auch die Veranschaulichung in Form von Videos und Bildern umfasst.

Des Weiteren planen wir „SensorMax“ auch für andere Betriebssysteme zu veröffentlichen, damit eine weitere Verbreitung ermöglicht wird. Gleichzeitig soll über die Internet- sowie Wettbewerbspräsenz die Attraktivität von Smartphones im Unterricht gesteigert werden.

8 Literaturverzeichnis

Android Developers. (kein Datum). *Sensors Overview | Android developers*. Abgerufen am 04. Januar 2015 von Android Developers:
http://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview.html

Google Inc. (kein Datum). *Nexus 5*. Abgerufen am 01. Januar 2015 von Google.

Hemmerich, L. (22. Juni 2010). *Studie: Handys gehören doch in die Schule - Smartphones verbessern Lernleistung und Motivation*. Abgerufen am 06. Januar 2015 von netzwelt:
<http://www.netzwelt.de/news/83136-studie-handys-gehoeren-schule.html>

MSG-Apps. (kein Datum). *SensorMax - Android-Apps auf Google Play*. Abgerufen am 2015. Januar 04 von Google Play Store:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.deeps.sensormax>

ohgpads. (19. Mai 2013). *Warum Tablets im Unterricht?* Abgerufen am 6. Januar 2015 von ohgpads:
<http://ohgpads.wordpress.com/2013/05/19/warum-tablets-im-unterricht/>